

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-224187

(43)Date of publication of application : 12.08.2004

(51)Int.Cl.

B62D 6/00
B62D 5/07
B66F 9/24
// B62D113:00

(21)Application number : 2003-014200

(71)Applicant : TOYOTA INDUSTRIES CORP

(22)Date of filing : 23.01.2003

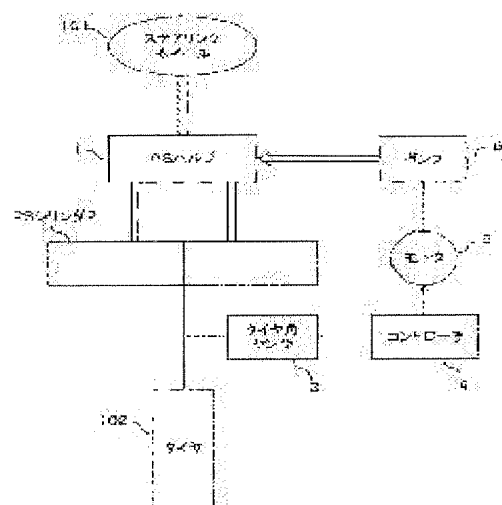
(72)Inventor : HASEGAWA KIMIHIDE

(54) STEERING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a steering device for giving good driving feeling to a driver while reducing consumed current and noise.

SOLUTION: A PS valve 1 and a PS cylinder 2 use working fluid supplied from a hydraulic pump 6 to steer a tire 102 according to indication provided via a steering wheel 101. A tire angle sensor 3 detects a tire angle of the tire 102. A controller 4 calculates a tire angular velocity based on the detected tire angle, and drives motor 5 in response to the tire angular velocity. The hydraulic pump 6 supplies the working fluid to the PS valve 1 at a flow rate corresponding to a rotation speed of the motor 5. When the tire angular velocity becomes 0 (zero), the controller 4 gradually decreases the rotation speed of the motor 5.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is a steering system with which steering operation of vehicles is assisted,
A tire angle sensor which detects an angle of a tire of the above-mentioned vehicles,
A motor used in order to assist steering operation of the above-mentioned vehicles,
Tire angular velocity which expresses angular velocity of the above-mentioned tire based on an output of the above-mentioned tire angle sensor is computed, and it has a control means which controls the above-mentioned motor according to the tire angular velocity,
A steering system when the above-mentioned tire angular velocity becomes smaller than a predetermined value decided beforehand, wherein the above-mentioned control means reduces number of rotations of the above-mentioned motor gradually and stops it.

[Claim 2]

It is the steering system according to claim 1,
When the above-mentioned tire angular velocity becomes zero, the above-mentioned control means reduces number of rotations of the above-mentioned motor gradually, and stops it.

[Claim 3]

It is the steering system according to claim 1,
A hydraulic pump which drives by the above-mentioned motor and supplies hydraulic oil by a flow corresponding to number of rotations of the motor,
A steering control valve to which only a flow decided based on steering of a steering wheel of the above-mentioned vehicles supplies hydraulic oil supplied from the above-mentioned hydraulic pump,
It operates with hydraulic oil supplied from the above-mentioned steering control valve, and has further a steering cylinder which steers the above-mentioned tire.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to the steering system with which steering operation is assisted based on the output of the tire angle sensor which detects the angle of the steering wheel of vehicles especially with respect to the steering system with which the steering operation of vehicles is assisted.

[0002]

[Description of the Prior Art]

What performs conventionally operation which assists steering operation based on the control force or steering speed of a steering wheel as a steering system with which the steering operation of industrial truck, such as a fork lift truck, is assisted is known. For example, it has a rotation sensor which detects rotation of a steering wheel, and the number of rotations of the motor for oil pressure regulation is controlled by this kind of device according to the output of that sensor. And thereby, the hydraulic oil of a flow according to the steering speed of the steering wheel is supplied to a steering control valve from a hydraulic pump (for example, refer to patent documents 1.).

[0003]

What performs operation which assists steering operation as a steering system of other gestalten based on the angle of the tire (steering wheel) of vehicles or its tire angular velocity is known. In this kind of device, for example, it has a tire angle sensor which detects the angle of the tire of vehicles, tire angular velocity is computed based on the output of that sensor, and steering operation auxiliary movement is performed according to that tire angular velocity (for example, refer to patent documents 2.).

[0004]

[Patent documents 1]

U.S. Pat. No. 5542490 specification

[0005]

[Patent documents 2]

Application for patent No. (drawing 1, drawing 5, paragraph 0036 grade) 366857 [2002 to]

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

However, steering of a steering wheel and the angle of a tire do not correspond thoroughly. For this reason, in the steering system with which steering operation is assisted based on rotation of a steering wheel. Even if the steered tire arrives at that end position, the driver of vehicles may continue the steering operation by a steering wheel, and a rotation sensor will continue detecting rotation of that steering wheel in this case, for example. For this reason, according to the output of this rotation sensor, rotation of the motor for oil pressure regulation will be continued. And when this aims at reduction of the consumed electric current, or reduction of noise, it will be hindrance. Even if "end position" is equivalent to the degree of maximum angle or marginal angle of a piece angle of a tire and it operates a steering wheel, the piece angle of a tire says the state where it does not become large any more.

[0007]

On the other hand, in the steering system with which steering operation is assisted based on the

angle of a tire, generally, if the angular velocity of a tire is set to 0 (zero) (i.e., if a tire is held at a fixed angle), it is designed so that the motor for oil pressure regulation may stop. If the motor for oil pressure regulation stops at this time when a tire is in a distorted state (state which conserved frictional force between the tire centering on the steering shaft of a tire, and the road surface) as shown in drawing 5, The power in which the tire tends to release torsion will get across to a steering wheel as it is via a mechanical transmission mechanism. As a result, since the power in which it releases torsion works to a steering wheel, a shock will get across to a driver's hand.

[0008]

An object of this invention is to realize the steering system which provides the driver of vehicles with good drive feeling, aiming at reduction of the consumed electric current and noise.

[0009]

[Means for Solving the Problem]

A tire angle sensor which a steering system of this invention is a device with which steering operation of vehicles is assisted, and detects an angle of a tire of the above-mentioned vehicles, It has a control means which computes a motor used in order to assist steering operation of the above-mentioned vehicles, and tire angular velocity which expresses angular velocity of the above-mentioned tire based on an output of the above-mentioned tire angle sensor, and controls the above-mentioned motor according to the tire angular velocity. And when the above-mentioned tire angular velocity becomes smaller than a predetermined value decided beforehand, the above-mentioned control means reduces number of rotations of the above-mentioned motor gradually, and stops it.

[0010]

When suspending a motor used in order to assist steering according to this steering system, number of rotations of that motor falls gradually. Here, if number of rotations of this motor is reduced gradually, power of assisting steering in connection with it also becomes small gradually. Although power in which a tire tends to release torsion will get across to a steering wheel at this time, when power of assisting steering as mentioned above becomes weaker gradually, power transmitted to a steering wheel in connection with it will become large gradually. That is, when suspending a motor used in order to assist steering, power in which a tire tends to release torsion does not get across to a steering wheel rapidly, but it is transmitted so that it may become large gradually. Therefore, a shock does not get across to a driver's hand via the steering wheel, and good drive feeling is not barred.

[0011]

When tire angular velocity becomes zero, a control means reduces number of rotations of the above-mentioned motor gradually, and it may be made to stop it in the above-mentioned steering system. According to this composition, when a tire is especially steered to that end position, or when carrying out stationary steering ***** and stopping vehicles, a motor can be stopped, avoiding that a shock gets across to a driver's hand via a steering wheel.

[0012]

A hydraulic pump which drives the above-mentioned steering system by the above-mentioned motor, and supplies hydraulic oil by a flow corresponding to number of rotations of the motor, A steering control valve to which only a flow decided based on steering of a steering wheel of the above-mentioned vehicles supplies hydraulic oil supplied from the above-mentioned hydraulic pump, It may be made to have further a steering cylinder which operates with hydraulic oil supplied from the above-mentioned steering control valve, and steers the above-mentioned tire. According to this composition, a steering system of this invention is applicable to a system with which steering is assisted using oil pressure.

[0013]

[Embodiment of the Invention]

Hereafter, it explains, referring to drawings for the embodiment of this invention.

Drawing 1 is a figure showing the composition of the steering system of the embodiment of this invention. Although the steering system in particular of an embodiment is not limited, it is carried in industrial truck, such as a fork lift truck, and assists with the steering operation of the driver of the vehicles, for example.

[0014]

The steering system of an embodiment is provided with PS valve (steering control valve) 1, the

PS cylinder (steering cylinder) 2, the tire angle sensor 3, the controller (control means) 4, the motor 5, and the hydraulic pump 6. Here, the composition of this device itself is publicly known. However, the control by the controller 4 includes the new procedure which is not in a Prior art. The tire 102 is a steering wheel by which the angle is controlled according to the directions given by the driver using the steering wheel 101.

[0015]

PS valve 1 operates according to steering of the steering wheel 101, and only the flow corresponding to the steering speed of the steering wheel 101 for the hydraulic oil supplied from the hydraulic pump 6 supplies it to the PS cylinder 2. At this time, PS valve 1 distinguishes the steering direction (right steering / the left steering) of the steering wheel 101, and supplies hydraulic oil to the PS cylinder 2.

[0016]

The PS cylinder 2 operates with the hydraulic oil supplied from PS valve 1, and steers [right-] or steers [left-] the tire 102. That is, PS cylinder controls the piece angle of the tire 102 according to steering of the steering wheel 101.

Although the tire angle sensor 3 in particular is not limited, it is the potentiometer provided on the steering shaft of the tire 102, for example. And as for this tire angle sensor 3, the steering wheel 101 detects the angle of the right steering or the tire 102 when left-steered. The tire 102 is steered from "+90 degrees (at the time of right-hand side steering)" to "-90 degree (at the time of left-hand side steering)" on the basis of a state (neutral state) in case vehicles go straight on.

[0017]

The controller 4 is a microcomputer and drives the motor 5 by executing the program described beforehand. That is, the controller 4 is read for every prescribed interval by using the output of the tire angle sensor 3 as tire angle data, and computes the tire angular velocity showing the angular velocity of the tire 102 at any time based on those tire angle data. And the number of rotations of the motor 5 is controlled according to the computed tire angular velocity.

[0018]

Although the motor 5 in particular is not limited, it is an exchange induction type motor and is driven by the controller 4, for example. It may be made to drive the motor 5 at such high number of rotations here that tire angular velocity becomes large. The number of rotations of the motor 5 is controlled by a three phase sine wave PWM (Pulse Density Modulation) method, for example.

[0019]

The hydraulic pump 6 is driven by the motor 5, and supplies hydraulic oil to PS valve 1 by the flow corresponding to the number of rotations of the motor 5. In this case, it may be made for the flow of the hydraulic oil supplied to PS valve 1 from the hydraulic pump 6 to be proportional to the number of rotations of the motor 5.

[0020]

And in the vehicles by which the above-mentioned steering system is carried, a driver's steering of the steering wheel 101 will control the angle of the tire 102 according to the steering. At this time, the controller 4 drives the motor 5 according to the tire angular velocity of the tire 102, and hydraulic oil is supplied to PS valve 1 from the hydraulic pump 6 by that motor 5. As a result, the driver can steer the steering wheel 101 by comparatively small power.

[0021]

Drawing 2 is a flow chart which shows operation of the controller 4. Processing of this flow chart is fundamentally performed for every prescribed interval.

In Step S1, the output of the tire angle sensor 3 is incorporated and the tire angular velocity of the tire 102 is computed. That is, the tire angular velocity of the tire 102 is computed based on the variation of the tire angle data acquired to the time series.

[0022]

In Step S2, it is investigated whether the tire angular velocity computed at Step S1 is 0 (zero). If tire angular velocity is not 0 (zero) at this time, in Step S6, motor revolving processing according to that tire angular velocity will be performed. That is, the motor 5 is driven at the number of rotations according to the tire angular velocity.

[0023]

When tire angular velocity is 0 (zero), in Step S3, it is investigated whether the motor 5 is

rotating. Since the motor 5 is driven by the controller 4, the controller 4 recognizes the number of rotations of the motor 5.

Tire angular velocity is 0 (zero), and when the motor 5 is rotating, in step S4, processing which decelerates the number of rotations of the motor 5 gradually is performed. However, in this example, since repeat execution of the processing of the flow chart shown in drawing 2 is carried out for every prescribed interval, specifically, processing of step S4 is equivalent to the processing which only the specified quantity makes low in the number of rotations of the motor 5 at that time. And when tire angular velocity is 0 (zero) and the state where the motor 5 is rotating continues, the number of rotations of the motor 5 will be gradually slowed down by carrying out repeat execution of the processing of step S4. Tire angular velocity is 0 (zero), and when the motor 5 has stopped, there are no instructions to the motor 5 (Step S5).

[0024]

Although it is investigating whether tire angular velocity is 0 (zero) in Step S2 in the example shown in drawing 2, it may be made to investigate whether the tire angular velocity is smaller than the predetermined value decided beforehand. In this case, "the predetermined value decided beforehand" is made into about 1 degree/100m second, for example.

[0025]

When the number of rotations of the motor 5 is controlled by three phase sine wave PWM, processing which decelerates the number of rotations of the motor 5 gradually is realized by the processing which makes low voltage sine wave frequency impressed to the motor 5.

Drawing 3 is a figure explaining operation of a steering system when the angular velocity of the tire 102 is set to 0 (zero). The situation where the angular velocity of the tire 102 is set to 0 (zero) is produced, when the tire 102 is steered to the end position, or when carrying out stationary steering ***** and stopping vehicles. Also while the steering wheel 101 is being fixed by the fixed steering position during the run of vehicles, the angular velocity of the tire 102 can be set to 0 (zero).

[0026]

In drawing 3, when the tire 102 is in a distorted state (state which conserved frictional force between the tire centering on the steering shaft of a tire, and the road surface), the power in which the tire 102 tends to release torsion works. However, while the motor 5 is rotating according to directions of the controller 4, the angle of the tire 102 is held with the hydraulic oil supplied to PS valve 1 from the hydraulic pump 6.

[0027]

Then, if the tire angular velocity of the tire 102 is set to 0 (zero) in the state where the motor 5 is rotating, the number of rotations of the motor 5 falls gradually henceforth. Here, a fall of the number of rotations of the motor 5 will decrease the flow of the hydraulic oil supplied to PS valve 1 from the hydraulic pump 6 in connection with it. That is, the power in which it holds the angle of the tire 102 becomes weaker gradually. Although the power in which the tire 102 tends to release torsion will get across to the steering wheel 101 at this time, When the power in which it holds the angle of the tire 102 as mentioned above becomes weaker gradually, the power transmitted to the steering wheel 101 from the tire 102 in connection with it will become large gradually.

[0028]

Thus, when the tire angular velocity of the tire 102 is set to 0 (zero) according to the steering system of an embodiment. The power in which the tire 102 tends to release torsion does not get across to the steering wheel 101 rapidly, but it gets across to the steering wheel 101 so that it may become large gradually. Therefore, the power in which the steering wheel 101 tends to release torsion will become large gradually, a shock does not get across to a driver's hand via the steering wheel 101, and good drive feeling is not barred.

[0029]

If the tire angular velocity of the tire 102 is set to 0 (zero), the number of rotations of the motor 5 will fall gradually, and will stop after that. Therefore, the noise by the consumed electric current and a motor is also suppressed. Since the motor 5 stops even if it is a case where the driver is continuing steering of the steering wheel 101 especially when the tire 102 is steered to the end position, it will contribute to low-consumption-current-izing and low noise-ization greatly.

[0030]

When the steering system of an embodiment is carried in a fork lift truck, As shown in drawing 4, when [this] the motor 5 and the hydraulic pump 6 may be made to be used for the both sides of steering assistance and handling work, the hydraulic oil supplied from the hydraulic pump 6 is once led to the priority valve 11. And the priority valve 11 operates so that the hydraulic oil of the flow which the PS cylinder 2 needs may be preferentially supplied to PS valve 1 and the remaining hydraulic oil may be supplied to unillustrated material handling attachment.

[0031]

Although the above-mentioned example explained as a premise the composition which steers the tire 102 using oil pressure, this invention is not limited to this. That is, the steering system concerning this invention is widely applicable to the composition which assists steering using a motor.

[0032]

[Effect of the Invention]

According to this invention, since the number of rotations of the motor is gradually reduced when suspending the motor for assisting steering, the power in which a tire tends to release torsion does not shock a driver via a steering wheel. Since the above-mentioned motor is suspended when the angular velocity of a tire becomes below a predetermined value, the consumed electric current and noise can be suppressed.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a figure showing the composition of the steering system of the embodiment of this invention.

[Drawing 2] It is a flow chart which shows operation of a controller.

[Drawing 3] It is a figure explaining operation of a steering system when the angular velocity of a tire is set to 0 (zero).

[Drawing 4] It is a figure showing other examples of application of the steering system of an embodiment.

[Drawing 5] It is a figure for explaining the problem of the conventional steering system.

[Description of Notations]

1 PS valve (steering control valve)

2 PS cylinder (steering cylinder)

3 Tire angle sensor

4 Controller (control means)

5 Motor

6 Hydraulic pump

101 Steering wheel

102 Tire (operation wheel)

[Translation done.]

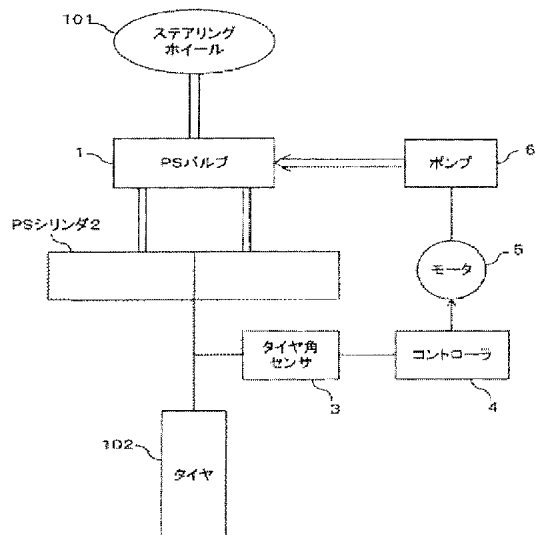
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

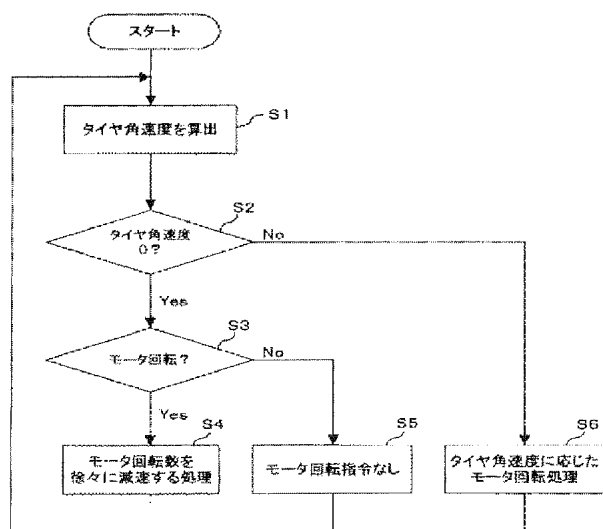
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

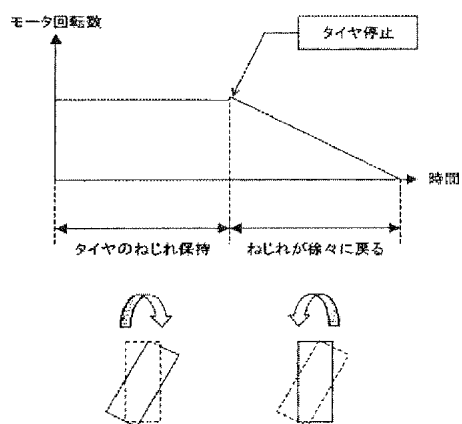
[Drawing 1]



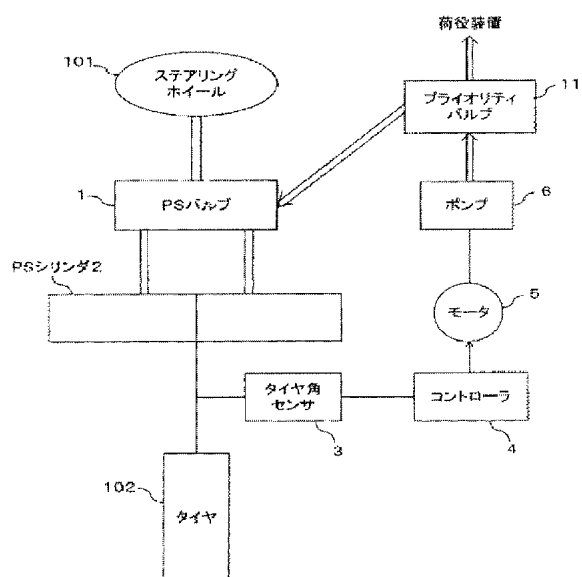
[Drawing 2]



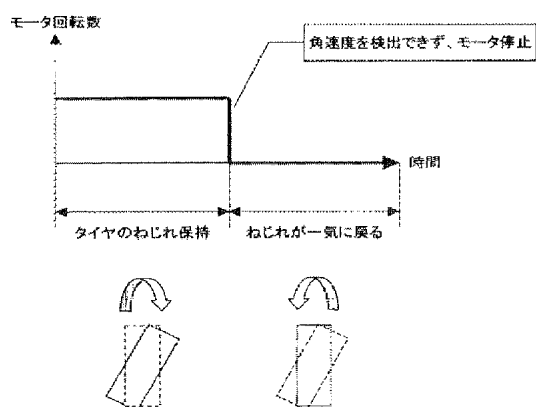
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-224187

(P2004-224187A)

(43) 公開日 平成16年8月12日 (2004. 8. 12)

(51) Int. Cl. ⁷

B 6 2 D 6/00
 B 6 2 D 5/07
 B 6 6 F 9/24
 // B 6 2 D 113:00

F I

B 6 2 D 6/00
 B 6 2 D 5/07
 B 6 2 D 5/07
 B 6 6 F 9/24
 B 6 2 D 113:00

テーマコード (参考)

3 D 0 3 2
 3 D 0 3 3
 3 F 3 3 3

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2003-14200 (P2003-14200)

(22) 出願日 平成15年1月23日 (2003. 1. 23)

(71) 出願人 000003218

株式会社豊田自動織機

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地

(74) 代理人 100074099

弁理士 大菅 義之

(72) 発明者 長谷川 公秀

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内

F ターム (参考) 3D032 CC08 CC10 DA04 DA10 DA63
 DB05 DB11 DC03 DD02 DE02
 EB04 EC03 GG06
 3D033 EB04 EC01
 3F333 AA02 DB07 DB10 FA20 FA29
 FD07 FD20 FH08

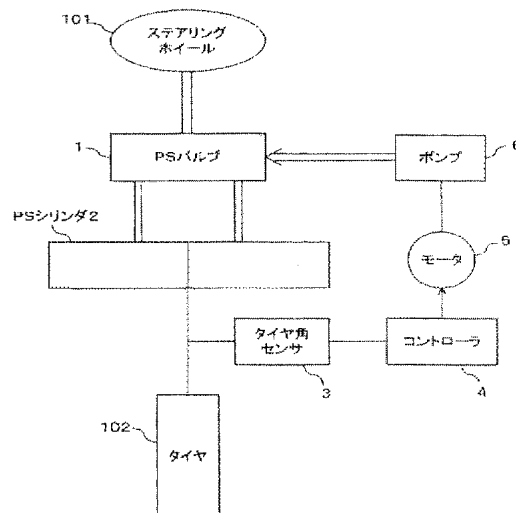
(54) 【発明の名称】 ステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】消費電流および騒音の低減を図りながら、車両の運転者に良好な運転感覚を提供するステアリング装置を実現する。

【解決手段】PSバルブ1およびPSシリンダ2は、油圧ポンプ6から供給される作動油を利用し、ステアリングホイール101を介して与えられる指示に従ってタイヤ102を操舵する。タイヤ角センサ3は、タイヤ102のタイヤ角を検出する。コントローラ4は、検出されたタイヤ角に基づいてタイヤ角速度を算出し、そのタイヤ角速度に応じてモータ5を駆動する。油圧ポンプ6は、モータ5の回転数に応じた流量で作動油をPSバルブ1に供給する。タイヤ角速度が0 (ゼロ) になったときは、コントローラ4は、モータ5の回転数を徐々に低下させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の操舵操作を補助するステアリング装置であって、
上記車両のタイヤの角度を検出するタイヤ角センサと、
上記車両の操舵操作を補助するために使用されるモータと、
上記タイヤ角センサの出力に基づいて上記タイヤの角速度を表すタイヤ角速度を算出し、
そのタイヤ角速度に従って上記モータを制御する制御手段、を有し、
上記制御手段は、上記タイヤ角速度が予め決められた所定値よりも小さくなったときに、
上記モータの回転数を徐々に低下させて停止させることを特徴とするステアリング装置。

【請求項2】

請求項1に記載のステアリング装置であって、
上記制御手段は、上記タイヤ角速度がゼロになったときに、上記モータの回転数を徐々に
低下させて停止させる。

【請求項3】

請求項1に記載のステアリング装置であって、
上記モータにより駆動され、そのモータの回転数に対応する流量で作動油を供給する油圧
ポンプと、
上記油圧ポンプから供給される作動油を、上記車両のステアリングホイールの操舵に基づ
いて決まる流量だけ供給するステアリング制御バルブと、
上記ステアリング制御バルブから供給される作動油により作動し、上記タイヤを操舵する
ステアリングシリンダ、をさらに有する。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車両の操舵操作を補助するステアリング装置に係わり、特に、車両の操舵輪の
角度を検出するタイヤ角センサの出力に基づいて操舵操作を補助するステアリング装置に
係わる。

【0002】

【従来の技術】

フォークリフト等の産業車両の操舵操作を補助するステアリング装置として、従来より、
ステアリングホイールの操舵力または操舵速度に基づいて操舵操作を補助する動作を行う
ものが知られている。この種の装置では、例えば、ステアリングホイールの回転を検出す
る回転センサを備え、そのセンサの出力に従って油圧調整用モータの回転数が制御される。
そして、これにより、ステアリングホイールの操舵速度に応じた流量の作動油が油圧ポ
ンプからステアリング制御バルブに供給されるようになっている（例えば、特許文献1参
照。）。

【0003】

また、他の形態のステアリング装置として、車両のタイヤ（操舵輪）の角度またはそのタ
イヤ角速度に基づいて操舵操作を補助する動作を行うものが知られている。この種の装置
では、例えば、車両のタイヤの角度を検出するタイヤ角センサを備え、そのセンサの出力
に基づいてタイヤ角速度を算出し、そのタイヤ角速度に応じて操舵操作補助動作が行われ
る（例えば、特許文献2参照。）。

【0004】

【特許文献1】

米国特許第5542490号明細書

【0005】

【特許文献2】

特願2002-366857号（図1、図5、段落0036等）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、ステアリングホイールの操舵とタイヤの角度とは、完全には対応していない。このため、ステアリングホイールの回転に基づいて操舵操作の補助を行うステアリング装置では、操舵されたタイヤがそのエンド位置に達しても、車両の運転者がステアリングホイールによる操舵操作を継続することがあり、この場合、例えば、回転センサは、そのステアリングホイールの回転を検出し続けることになる。このため、この回転センサの出力に従って油圧調整用モータの回転が継続されてしまう。そして、このことは、消費電流の低減、あるいは騒音の低減を図るうえでの妨げとなってしまう。なお、「エンド位置」とは、タイヤの切れ角の最大角度または限界角度に相当し、ステアリングホイールを操作してもタイヤの切れ角がそれ以上大きくならない状態をいう。

【0007】

一方、タイヤの角度に基づいて操舵操作を補助するステアリング装置では、一般に、タイヤの角速度が0（ゼロ）になると、すなわちタイヤが一定の角度に保持されると、油圧調整用モータが停止するように設計されている。このとき、図5に示すように、タイヤがねじれた状態（タイヤの操舵軸を軸としたタイヤと路面の間に摩擦力を蓄えた状態）にあるときに油圧調整用モータが停止すると、そのタイヤがねじれを解放しようとする力が機械的伝達メカニズムを介してそのままステアリングホイールに伝わってしまう。この結果、ステアリングホイールには、ねじれを解放しようとする力が働くので、運転者の手に衝撃が伝わることになる。

【0008】

本発明は、消費電流および騒音の低減を図りながら、車両の運転者に良好な運転感覚を提供するステアリング装置を実現することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明のステアリング装置は、車両の操舵操作を補助する装置であって、上記車両のタイヤの角度を検出するタイヤ角センサと、上記車両の操舵操作を補助するために使用されるモータと、上記タイヤ角センサの出力に基づいて上記タイヤの角速度を表すタイヤ角速度を算出してそのタイヤ角速度に従って上記モータを制御する制御手段を有する。そして、上記制御手段は、上記タイヤ角速度が予め決められた所定値よりも小さくなったときに、上記モータの回転数を徐々に低下させて停止させる。

【0010】

このステアリング装置によれば、操舵を補助するために使用されるモータを停止する際には、そのモータの回転数が徐々に低下していく。ここで、このモータの回転数を徐々に低下させると、それに伴って操舵を補助する力も徐々に小さくなっていく。このとき、タイヤがねじれを解放しようとする力がステアリングホイールに伝わることになるが、上述のようにして操舵を補助する力が徐々に弱まっていくと、それに伴ってステアリングホイールに伝達される力は徐々に大きくなっていくことになる。すなわち、操舵を補助するために使用されるモータを停止する際に、タイヤがねじれを解放しようとする力は、ステアリングホイールに急激に伝わるのではなく、徐々に大きくなっていくように伝わる。よって、そのステアリングホイールを介して運転者の手に衝撃が伝わることはなく、良好な運転感覚が妨げられることはない。

【0011】

上記ステアリング装置において、制御手段は、タイヤ角速度がゼロになったときに、上記モータの回転数を徐々に低下させて停止させるようにしてもよい。この構成によれば、特に、タイヤがそのエンド位置まで操舵されたとき、或いは据切り操作をして車両を停止させたときに、ステアリングホイールを介して運転者の手に衝撃が伝わることを回避しながら、モータを停止させることができる。

【0012】

また、上記ステアリング装置は、上記モータにより駆動されそのモータの回転数に対応する流量で作動油を供給する油圧ポンプと、上記油圧ポンプから供給される作動油を上記車両のステアリングホイールの操舵に基づいて決まる流量だけ供給するステアリング制御バ

ルブと、上記ステアリング制御バルブから供給される作動油により作動し上記タイヤを操舵するステアリングシリンダ、をさらに有するようにしてもよい。この構成によれば、油圧を利用して操舵を補助するシステムに本発明のステアリング装置を適用できる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明の実施形態のステアリング装置の構成を示す図である。なお、実施形態のステアリング装置は、特に限定されるものではないが、例えば、フォークリフト等の産業車両に搭載され、その車両の運転者の操舵操作を補助する。

【0014】

実施形態のステアリング装置は、PSバルブ（ステアリング制御バルブ）1、PSシリンダ（ステアリングシリンダ）2、タイヤ角センサ3、コントローラ（制御手段）4、モータ5、油圧ポンプ6を備える。ここで、この装置の構成自体は、公知である。ただし、コントローラ4による制御は、従来の技術にはない新たな手順を含んでいる。なお、タイヤ102は、ステアリングホイール101を利用して運転者により与えられる指示に従ってその角度が制御される操舵輪である。

【0015】

PSバルブ1は、ステアリングホイール101の操舵に従って作動し、油圧ポンプ6から供給される作動油を、ステアリングホイール101の操舵速度に対応する流量だけPSシリンダ2に供給する。このとき、PSバルブ1は、ステアリングホイール101の操舵方向（右操舵／左操舵）を区別して作動油をPSシリンダ2に供給する。

【0016】

PSシリンダ2は、PSバルブ1から供給される作動油により作動し、タイヤ102を右操舵または左操舵する。すなわち、PSシリンダは、ステアリングホイール101の操舵に従って、タイヤ102の切れ角を制御する。

タイヤ角センサ3は、特に限定されるものではないが、例えば、タイヤ102の操舵軸上に設けられたポテンショメータである。そして、このタイヤ角センサ3は、ステアリングホイール101が右操舵または左操舵されたときのタイヤ102の角度を検出する。なお、タイヤ102は、車両が直進するときの状態（中立状態）を基準とし、例えば、「+90°（右側操舵時）」から「-90°（左側操舵時）」まで操舵される。

【0017】

コントローラ4は、マイクロコンピュータであって、予め記述されたプログラムを実行することによりモータ5を駆動する。すなわち、コントローラ4は、タイヤ角センサ3の出力をタイヤ角データとして所定間隔ごとに読み込み、それらのタイヤ角データに基づいて、随時、タイヤ102の角速度を表すタイヤ角速度を算出する。そして、その算出したタイヤ角速度に従ってモータ5の回転数を制御する。

【0018】

モータ5は、特に限定されるものではないが、例えば、交流誘導型モータであり、コントローラ4により駆動される。ここで、モータ5は、タイヤ角速度が大きくなるほど高い回転数で駆動されるようにしてもよい。また、モータ5の回転数は、例えば、三相正弦波PWM（パルス幅変調）方式で制御される。

【0019】

油圧ポンプ6は、モータ5により駆動され、そのモータ5の回転数に対応する流量でPSバルブ1に作動油を供給する。この場合、油圧ポンプ6からPSバルブ1に供給される作動油の流量は、モータ5の回転数に比例するようにしてもよい。

【0020】

そして、上記ステアリング装置が搭載された車両において、運転者がステアリングホイール101を操舵すると、その操舵に応じてタイヤ102の角度が制御される。このとき、コントローラ4は、タイヤ102のタイヤ角速度に従ってモータ5を駆動し、そのモータ5により油圧ポンプ6からPSバルブ1に作動油が供給される。この結果、運転者は、比

較的小さな力でステアリングホイール101を操舵することができる。

【0021】

図2は、コントローラ4の動作を示すフローチャートである。なお、このフローチャートの処理は、基本的に、所定間隔ごとに実行される。

ステップS1では、タイヤ角センサ3の出力を取り込み、タイヤ102のタイヤ角速度を算出する。すなわち、時系列に取得したタイヤ角データの変化量に基づいて、タイヤ102のタイヤ角速度を算出する。

【0022】

ステップS2では、ステップS1で算出したタイヤ角速度が0（ゼロ）であるか否かを調べる。このとき、タイヤ角速度が0（ゼロ）でなければ、ステップS6において、そのタイヤ角速度に応じたモータ回転処理を行う。すなわち、そのタイヤ角速度に応じた回転数でモータ5を駆動する。

【0023】

タイヤ角速度が0（ゼロ）であった場合には、ステップS3において、モータ5が回転しているか否かを調べる。なお、モータ5はコントローラ4により駆動されるので、コントローラ4はモータ5の回転数を認識している。

タイヤ角速度が0（ゼロ）であり、且つ、モータ5が回転している場合には、ステップS4において、モータ5の回転数を徐々に減速させる処理を行う。ただし、この例では、図2に示すフローチャートの処理が所定間隔ごとに繰り返し実行されるので、ステップS4の処理は、具体的には、その時点におけるモータ5の回転数を所定量だけ低くする処理に相当する。そして、タイヤ角速度が0（ゼロ）であり、且つ、モータ5が回転している状態が継続すると、ステップS4の処理が繰り返し実行されることにより、モータ5の回転数を徐々に減速していくことになる。なお、タイヤ角速度が0（ゼロ）であり、且つ、モータ5が停止している場合には、モータ5に対する指令はない（ステップS5）。

【0024】

なお、図2に示す例では、ステップS2においてタイヤ角速度が0（ゼロ）であるか否かを調べているが、そのタイヤ角速度が予め決められた所定値よりも小さいか否かを調べるようにしてもよい。この場合、「予め決められた所定値」は、例えば、 $1^{\circ}/100\text{m}$ 程度とする。

【0025】

また、モータ5の回転数が三相正弦波PWM方式で制御される場合は、モータ5の回転数を徐々に減速させる処理は、モータ5に印加される電圧正弦波周波数を低くしていく処理により実現される。

図3は、タイヤ102の角速度が0（ゼロ）になったときのステアリング装置の動作を説明する図である。なお、タイヤ102の角速度が0（ゼロ）になる状況は、タイヤ102がそのエンド位置まで操舵されたとき、或いは据切り操作をして車両を停止させたとき等に生じる。また、車両の走行中にステアリングホイール101が一定の操舵位置に固定されているときにもタイヤ102の角速度が0（ゼロ）になり得る。

【0026】

図3において、タイヤ102がねじれた状態（タイヤの操舵軸を軸としたタイヤと路面の間に摩擦力を蓄えた状態）にあるときは、そのタイヤ102がねじれを解放しようとする力が働く。ただし、コントローラ4の指示に従ってモータ5が回転しているときは、油圧ポンプ6からPSバルブ1に供給される作動油により、そのタイヤ102の角度は保持される。

【0027】

その後、モータ5が回転している状態でタイヤ102のタイヤ角速度が0（ゼロ）になると、以降、モータ5の回転数は徐々に低下していく。ここで、モータ5の回転数が低下すると、それに伴って油圧ポンプ6からPSバルブ1に供給される作動油の流量が減少する。すなわち、タイヤ102の角度を保持しようとする力が徐々に弱まっていく。このとき、タイヤ102がねじれを解放しようとする力はステアリングホイール101に伝わるこ

とになるが、上述のようにしてタイヤ102の角度を保持しようとする力が徐々に弱まってくると、それに伴ってタイヤ102からステアリングホイール101に伝達される力は徐々に大きくなっていくことになる。

【0028】

このように、実施形態のステアリング装置によれば、タイヤ102のタイヤ角速度が0（ゼロ）になったときには、タイヤ102がねじれを解放しようとする力は、ステアリングホイール101に急激に伝わるのではなく、徐々に大きくなっていくようにステアリングホイール101に伝わる。したがって、ステアリングホイール101がねじれを解放しようとする力は、徐々に大きくなっていくことになり、ステアリングホイール101を介して運転者の手に衝撃が伝わることはなく、良好な運転感覚が妨げられることはない。

【0029】

また、タイヤ102のタイヤ角速度が0（ゼロ）になると、モータ5の回転数は徐々に低下してゆき、その後停止する。したがって、消費電流およびモータによる騒音も抑えられる。特に、タイヤ102がそのエンド位置まで操舵されたときは、運転者がステアリングホイール101の操舵を継続している場合であってもモータ5が停止するので、低消費電流化および低騒音化に大きく寄与することになる。

【0030】

なお、実施形態のステアリング装置がフォークリフトに搭載される場合には、図4に示すように、モータ5および油圧ポンプ6は、操舵補助および荷役作業の双方に利用されるようにしてもよい、この場合、油圧ポンプ6から供給される作動油は、いったん、例えば、プライオリティバルブ11に導かれる。そして、プライオリティバルブ11は、PSシリンダ2が必要とする流量の作動油を優先的にPSバルブ1に供給し、残りの作動油を不図示の荷役装置に供給するように動作する。

【0031】

また、上述の実施例では、油圧を利用してタイヤ102を操舵する構成を前提として説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、本発明に係わるステアリング装置は、モータを利用して操舵の補助を行う構成に広く適用可能である。

【0032】

【発明の効果】

本発明によれば、操舵を補助するためのモータを停止するときには、そのモータの回転数を徐々に低下させるので、タイヤがねじれを解放しようとする力がステアリングホイールを介して運転者に衝撃を与えることはない。また、タイヤの角速度が所定値以下になったときは、上記モータを停止するので、消費電流および騒音を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態のステアリング装置の構成を示す図である。

【図2】コントローラの動作を示すフローチャートである。

【図3】タイヤの角速度が0（ゼロ）になったときのステアリング装置の動作を説明する図である。

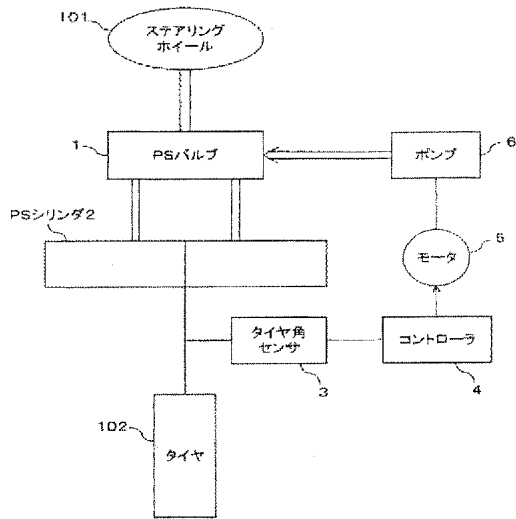
【図4】実施形態のステアリング装置の他の適用例を示す図である。

【図5】従来のステアリング装置の問題点を説明するための図である。

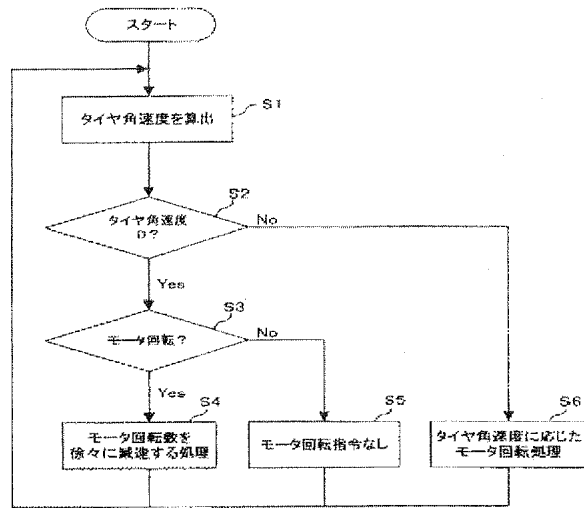
【符号の説明】

- 1 PSバルブ（ステアリング制御バルブ）
- 2 PSシリンダ（ステアリングシリンダ）
- 3 タイヤ角センサ
- 4 コントローラ（制御手段）
- 5 モータ
- 6 油圧ポンプ
- 101 ステアリングホイール
- 102 タイヤ（操作輪）

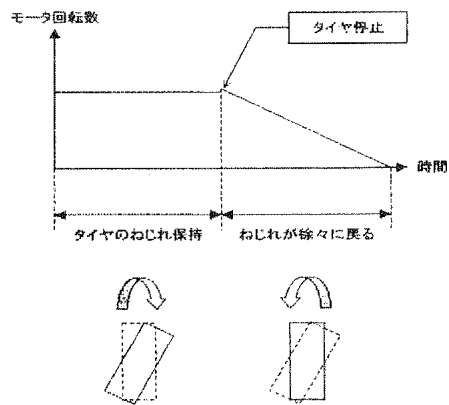
【図1】



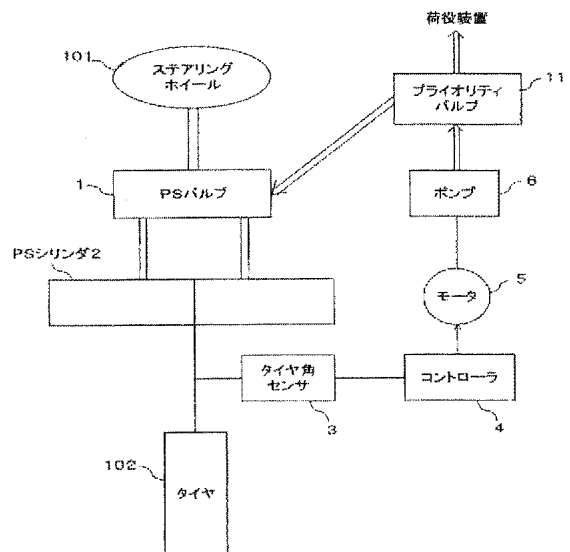
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

